

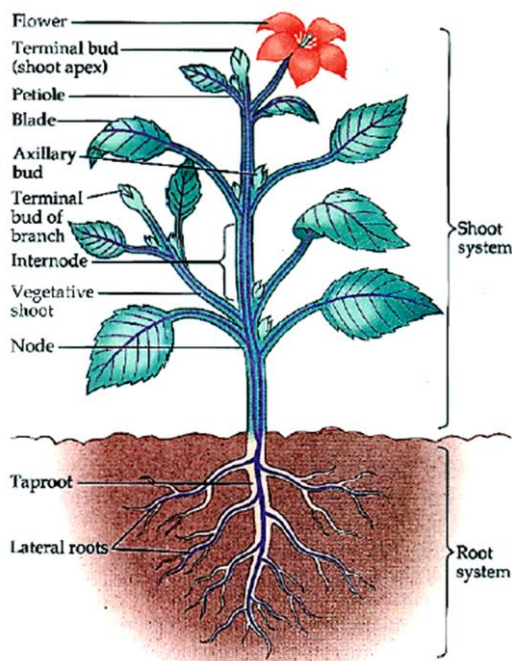
Les gymnospermes

- se différencie, entre autre, par le fait que la graine (*c'est à dire l'embryon*), qui va se trouver dans un état de vie suspendue, n'est pas associée à un fruit.

Les angiospermes :

- indépendant de l'eau pour le transport des spores et des graines.
- ne se limitent plus à l'action hasardeuse du vent mais utilisent des transporteurs actifs : les animaux et insectes (*ils vont nourrir et donner des codes couleurs*).

Les angiospermes :



La fleur est une partie de la plante qui va se différencier en sépale et en pétale. On retrouve les pistils, contenant les gamètes males et le carpelle contenant le gamète femelle.

La fleur est hermaphrodite, elle produit à la fois les gamètes males et femelles, les pistils sont néanmoins plus bas (*chez les gymnospermes, ils sont séparé physiquement*).

La partie **sporophyte** est largement prépondérante et la partie **gamétophyte** est extrêmement limitée en temps et en place. Ce dernier va se développer un peu comme un parasite (*contrairement à ce qui se passe chez les bryophytes*). La partie sporophyte est constituée de 2 diploïdes (*différenciée en sépale et pétale*). La couleur des pétales est un code attirant les oiseaux et les

insectes. Il y a aussi excrétions phéromonales entre les espèces ou au sein de la même espèce. Les végétaux peuvent communiquer avec les animaux par le biais de facteur chimique.

2 organes de production des gamètes :

- Les étamines : les sporanges
- Au niveau du carpelle : méga sporophyte.

Au niveau des étamines et du carpelle (*en particulier l'ovule, qui est une partie du sporophyte*) : on va avoir une méiose à partir :

- Des micro-sporocytes
- Des méga-sporocytes

L'œuf va avoir toutes les réserves nutritives. Le micro-sporocyte va subir la méiose et va produire **4 ζ 1n** : les microspores sont les gamétophytes haploïde (*mais ce ne sont pas les gamètes*). Chaque microspore est initiateur d'un gamétophyte : un grain de pollen (*constitué de 2 ζ*). Le gamétophyte haploïde va subir une seule division et va donner le grain de pollen avec ses 2 ζ :

- Le noyau du tube ;
- Et le noyau servant à la fécondation.

Ce gamétophyte va s'entourer d'une coque qui va lui donner une résistance particulière ainsi que des protéines de reconnaissance pour ne pas se tromper de fleur. Ce sont ces protéines qui sont responsables des allergies chez les humains.

Evolution des mégasporocytes : seule une des 4 possibles ζ va se former. Elle va former par cytodierèse asymétrique, une grande réserve cytoplasmique. Cette ζ , la méga-spore, va également se diviser 3 fois et donner 8 ζ . Une seule de ces ζ deviendra un gamète. Il y a 2 ζ juxtantes que l'on appelle **les synergides** puis **2 noyaux polaires**... puis tout le reste ce sont les téguments de l'œuf qui donnera le fruit. Parfois un ovaire contient plusieurs ovules : donc la fécondation va donner plusieurs fruits comme les fraises, par exemple. A chacun de ces ovules va correspondre un œuf. Un méga-spore va subir la méiose pour donner les ζ haploïde.

En ce qui concerne les étamines, on voit les microspores qui vont se différencier en grain de pollen par division méiotique puis différenciation. Le grain de pollen est une ζ haploïde, une fois arrivé à destination, il va germer et un tube va se former pour transporter le noyau jusqu'à l'ovule. C'est le tube pollinique.

La fleur contient 2 organes générant les gamètes. La fleur fait partie du sporophyte. L'insecte va venir se poser au niveau du stigmate, le grain de pollen va se poser et va maturer : formation du tube pollinique où migre le noyau spermatique : double fécondation :

- Œuf ;
- Le 2^e noyau spermatique va aller fusionner avec les 2 globules polaires pour aller former un tissu triploïde : l'endosperme : un tissu nourricier.

Après fécondation : on va avoir des ζ triploïdes et diploïde. Et plus de ζ haploïde car les synergides vont mourir...

On a au moins 3 types de génotypes \neq . La fleur est sporophyte diploïde, même génotype. Puis on y trouve les organes fabriquant les gamètes males et les gamètes femelles. Dans l'ovule : méga-spore qui va produire le sac embryonnaire dans lequel on trouve l'œuf. Le grain de pollen va se poser au niveau du stigmate et va germer. Le tube pollinique va se propager le long du stylet pour aller vers le sac embryonnaire. Le zygote va se diviser pour former un embryon. A un moment donné : processus de granification : il va y avoir dessiccation de cet embryon. Cela \nearrow les chances de survie de l'espèce. Quand le milieu est propice au développement, la croissance continue. Comprendre comment le végétal est structuré au niveau tissulaire : émergence de l'association de ζ ensemble pour former de nouvelles entités

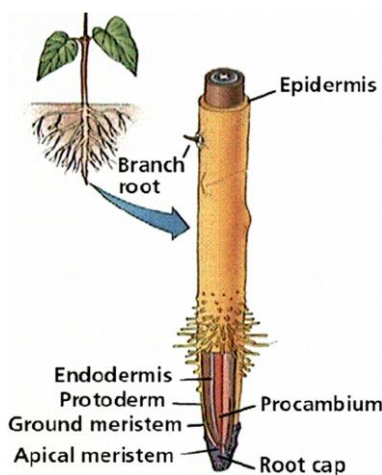
Morphologie/anatomie des angiospermes.

Contrairement à ce qui se passe dans le monde animal, la description se superpose avec l'analyse de leur croissance contrairement à un animal qui atteint une taille adulte. Les angiospermes se différencient en 2 grandes catégories : les **monocotylédones** et les **dicotylédones**.

- Les dicotylédones vont avoir 2 cotylédons : comme un haricot par exemple : 2 zones contenant des polymères de glucose.
- Les monocotylédones ont des caractéristiques structurelles. Les feuilles sont caractérisées par des nervures parallèles alors que dans les dicotylédones, ces nervures se divisent de manière dichotomique...

Le système racinaire est \neq . Généralement dans les dicotylédones : il y a un axe principale à partir duquel partent les autres. La structure des fleurs est \neq . Chez les monoC : il y a un multiple de 3 pétale alors que chez les diC : 4 ou 5. Généralement, les diC ont des fleurs « plus fleuri », elles utilisent beaucoup plus les animaux que les monoC...

Les racines :



Elles ont permis de rendre le végétal indépendant de l'eau. En s'enfonçant dans le sol, il y a probabilité de récupérer l'eau qui se mélange à la matière du sol.

Une des grandes fonctions des racines : approvisionnement en eau, minéraux et composés azotés (*Si nécessité de faire des molécules plus complexe comme les aa : nécessité de composé azoté*).

La cuticule cireuse n'a plus de raison d'être au niveau des racines. Donc les ζ de l'épiderme de la racine n'a pas de cuticule, bien au contraire, elle a développé des poils absorbant pour \nearrow la surface (*invention du pli...*).

Il y a plusieurs types de tissus que l'on va rencontrer. On va rencontrer un tissu embryonnaire : nécessaire pour la croissance en longueur et qui garde les caractéristique embryonnaire : le méristème. Cela n'arrive jamais chez les animaux. Cela assure la croissance continue mais également la capacité de renouvellement en cas de traumatisme. Ce n'est pas la même chose que d'avoir des ζ totipotentes. Dans ce cas, c'est un tissu qui reste embryonnaire tout le temps.

Q : Les ζ du méristème sont totipotente, mais toutes les ζ totipotentes ne sont pas des ζ méristématiques.

R : Vrai

Fonctions des racines :

- Absorption des ressources du sol : minéraux, métaux, et d'azote, de matière organique ;

- Stockage : matière organique permettant de survivre quand la photosynthèse ne peut pas se faire ;
- Usine chimique : production de substance changeant la composition du sol : pH, elles peuvent fabriquer des toxines interférant avec le métabolisme d'autre plante (*manger et ne pas être manger, combattre pour la nourriture et l'espace*) ;
- Destruction des toxines des ennemis ;
- Ç spécialisé dans la détection de la présence d'un sol ≠, d'un parasite, d'une bactérie, de la modification de la composition du sol (*toute une adaptation constante au niveau de la perception*).

La plante perçoit son environnement de manière incroyable. Il y a des choses que l'on ne voit pas car on n'a pas les organes des sens (*L'humain ne perçoit qu'une infime partie. Donc une plante par rapport à notre référentiel cognitif, ne nous montre rien*).

Les racines, dans leur multifonctionnalité, s'occupe de la logistique architecturale : elles assurent l'érection et la croissance de la partie collinaire pour pouvoir résister au vent, et autre composante physique... il faut que le végétal soit solidement arrimé. C'est un système hydraulique qui distribue l'eau via le xylème.

Le mycorhize : Association entre des champignons et des racines (*structure qui capte l'azote, qui le fixe*).



Les études génomiques récentes laissent penser que la mycorhization arbusculaire, la plus courante, associant des végétaux supérieurs et des champignons du groupe des Glomus (*courants sur toute la planète*) date d'au moins 400 millions d'années. Elle concerne aujourd'hui **80%** des plantes terrestres et est associée à un programme génétique qui semble particulièrement stable, peut-être inchangé depuis des millions d'années, qu'on retrouve notamment chez beaucoup de légumineuses telles que haricot, pois, soja qui produisent le même type de nodosités symbiotiques fixatrices d'azote gazeux. L'étude du séquençage génétique déterminant la nature intra- ou extracellulaire des échanges de matière (*qui conditionne leur quantité et leur qualité*) a permis d'éclairer les mécanismes d'interactions en jeu.

On distingue deux types principaux de mycorhizes, définis par les relations physio-anatomiques entre les deux partenaires :

Les ectomycorhizes : ce sont des associations fréquentes entre les arbres des régions tempérées (*comme les Fagacées, les Pinacées ou les Bétulacées*) et des Ascomycètes ou des Basidiomycètes.

Le champignon s'associe d'abord aux racines fines à croissance déterminée, dépourvues de poils absorbants. Puis, il enveloppe la racine d'un manteau d'hyphes, le manchon mycorhizien. D'autres hyphes croissent entre les cellules dans la partie externe du parenchyme cortical, formant ainsi l'interface symbiotique ou « réseau de Hartig ». La symbiose modifie la physionomie de la racine mycorhizée : elle se renfle, cesse de croître et peut se ramifier de façon abondante. La coiffe et le méristème apical sont alors réduits. Les endomycorhizes : il en existe deux types :

les endomycorhizes à vésicules et arbuscules (AM) ;

les endomycorhizes à pelotons.

Dans les deux cas, les hyphes pénètrent dans la paroi des cellules (*de l'écorce*). La paroi des hyphes est donc en contact avec la membrane plasmique de la cellule racinaire, sans la traverser. La surface de contact peut être augmentée par la formation de ramification. Les racines ne sont pas déformées.

Les endomycorhizes à arbuscules : c'est le cas le plus répandu. Elles impliquent des champignons Gloméromycètes ayant perdu la reproduction sexuée. Les hyphes s'étendent dans le parenchyme cortical de la racine, formant des vésicules contenant des réserves, et des arbuscules.

Les endomycorhizes à pelotons intracellulaires : les hyphes forment des amas dans les cellules corticales. Elles impliquent des basidiomycètes, en symbiose avec les Orchidacées.

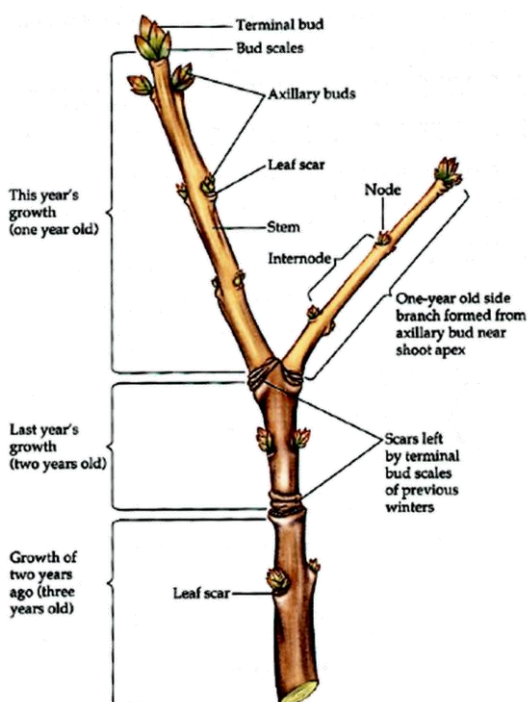
Les endomycorhizes éricoïdes : les hyphes forment des pelotons dans des racines transitoires de faible diamètre. Elles impliquent des Ascomycètes ou Basidiomycètes (*en symbiose avec les Ericales*).

Les ectendomycorhizes : elles sont aussi appelées mycorhizes de type arbutoïde. Le champignon forme des pelotons intracellulaires et un manteau autour de la racine. C'est le cas chez les Ericales.

On trouve également des ectendomycorhizes monotropoïdes, chez les Ericales non chlorophylliennes. Les hyphes forment des pelotons dans les cellules superficielles de la racine.

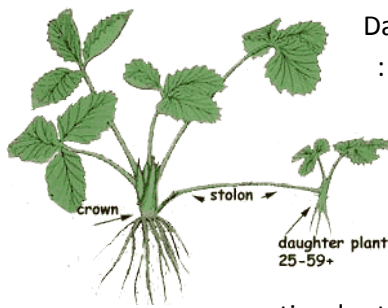
Dans cette symbiose, le réseau dense et étendu des hyphes des champignons mycorhiziens aide la plante à obtenir des sels minéraux présents dans le sol (*principalement l'eau, le phosphore et l'azote*), tout en la protégeant d'attaques d'autres organismes pathogènes. Plusieurs études ont démontré que sans association avec un champignon symbiotique, la plante poussera plus lentement (*voire pas du tout, comme dans le cas du Pin noir sur sol calcaire*) et sera beaucoup plus susceptible d'être la victime d'une infection. En retour, le champignon bénéficie de la photosynthèse de la plante sous forme de matière organique riche en énergie (*sucre*) essentielle à sa survie. La qualité de l'humus en est améliorée, au bénéfice d'autres espèces et du maintien ou de la constitution et amélioration du sol.

Quelques plantes de la famille des Gymnospermes comme les Podocarpaceae, les Araucariaceae et les Phyllocladaceae, sont connues pour présenter des renflements racinaires envahis par des champignons endomycorhiziens, appelées myconodules ou pseudonodules

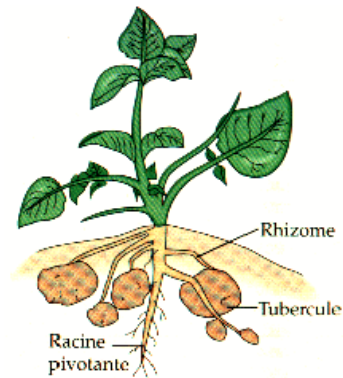
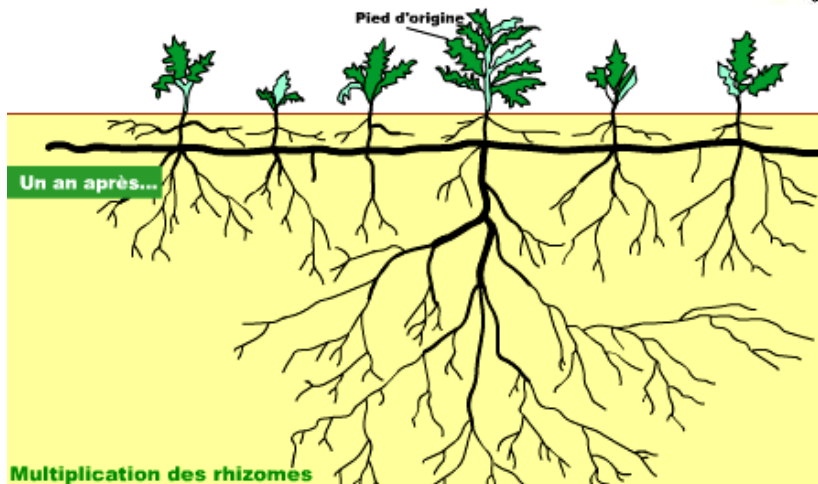
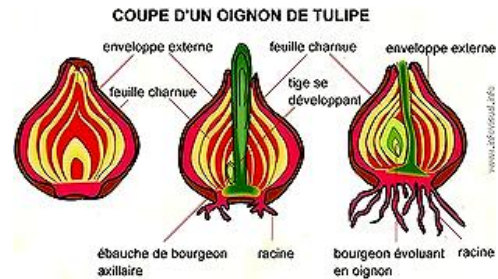


La tige : on va trouver du tissu méristématique aussi niveau des méristèmes latéraux : croissance secondaire, en largeur, et à l'extrémité des bourgeons. A chaque croissance : cicatrice permettant de calculer les saisons qui sont passées au cours de la vie du végétal.

Les racines modifiées :



Dans les racines, tiges modifiées qui vont avoir des fonctions \neq : **les stolons** : la croissance par stolons : bouturage naturel est caractéristique des fraisières (*différenciation*) : occupation du terrain à moindre cout. Les **rhizomes** et les **bulbes** et les **tubercules** font aussi parties des tiges modifiées.



Les tubercules constituent l'extrémité renflée des rhizomes et sont spécialisés dans l'accumulation des réserves nutritives.

Au niveau ζ^R , les plantes ont des ζ qui ont des caractéristiques de base : elles ont toute une paroi, quasi-toute une vacuole par contre, elles n'ont pas toutes des chloroplastes : ni la partie collinaire externe, ni les racines n'ont de chloroplaste. Toutes les ζ n'ont pas d'amyloplastes, elles ne vont pas toutes stocker. Certaines vont se résumer à une paroi modifiée et la ζ va mourir : ce sont les ζ qui vont former les vx et qui vont transporter la sève brut et la sève élaboré.

3 types de tissus fondamentaux :

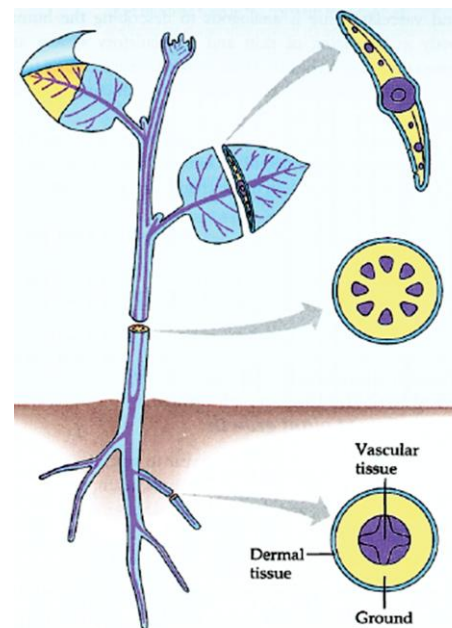
- Le tissu dermique : de l'extérieur, l'épiderme ;
- Le tissu vasculaire ;
- Le tissu parenchymateux.

Caractéristique de la plante adulte. On va avoir le tissu parenchymateux, vasculaire et dermique. Dans le tissu fondamental de la plante : évolution de la paroi.

Le parenchyme : les ζ les plus indifférenciées : elles ont la totipotence. On peu les isoler et restaurer un organisme complet ;

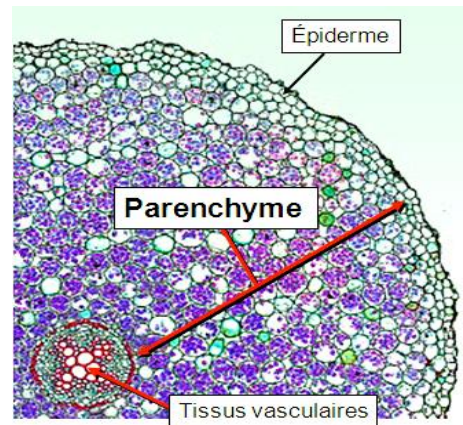
Le collenchyme : épaississement de leur paroi ;

Le sclérenchyme : les ζ meurent et ont une grosse paroi.



Le parenchyme n'a pas de paroi secondaire, elles sont les moins différenciées (*par la suite, on va voir une épaisseur secondaire...*). Ces ϵ sont métaboliquement active : elles font la photosynthèse. Elles vont brasser le plus de O₂ et de CO₂. C'est le tissu fondamental.

- *Less differentiated cells ;*
- *No secondary wall ;*
- *Big vacuola ;*
- *Responsible for most of the metabolic activities of the plant ;*
- *Photosynthesis ;*
- *Totipotency.*



Q : pourquoi les ϵ du parenchyme consomment du CO₂ ?

R : pour la photosynthèse dans le cycle de Calvin

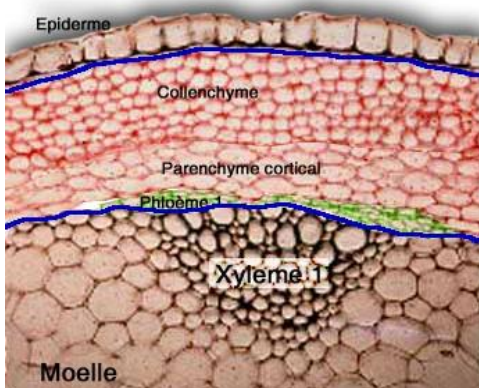
Q : les ϵ de l'épiderme de la tige d'une plante, en plein jour, ont-elles besoin d'une source d'O₂ extérieur pour vivre plus importante que celle du parenchyme ?

R : les 2 ϵ ont la même activité mitochondriale, mais la ϵ de l'épiderme en a moins besoin. Les ϵ du parenchyme produisent leur propre oxygène contrairement au ϵ de l'épiderme...

Q : est-ce que la ϵ parenchymateuse est une ϵ méristématique ?

R : non, les ϵ méristématiques ne sont pas considérées comme des ϵ parenchymateuses.

On retrouve les 2 tissus de soutien :



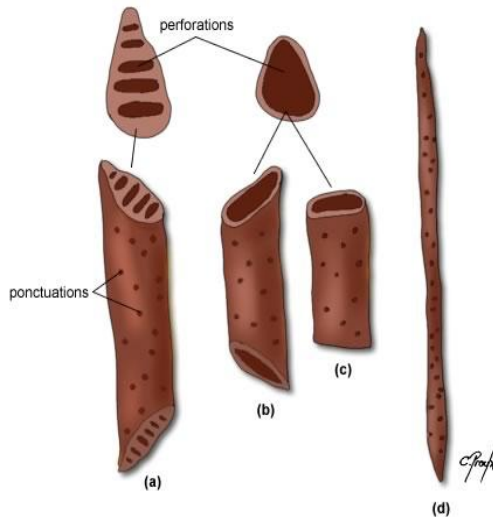
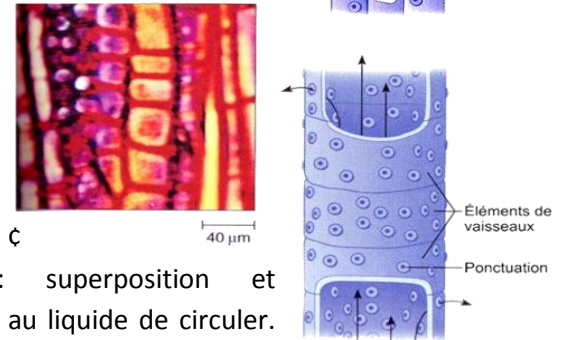
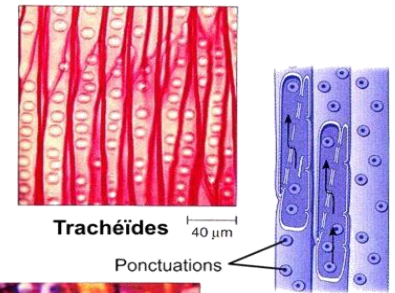
Le collenchyme fait partie du tissu interstitiel, il va jouer un rôle de support métabolique. Les parois secondaires vont s'épaissir, cela va faire une sorte de squelette. Il reste quand même une ϵ vivante mais elles ont moins d'activité métabolique.

Le sclérenchyme : la ϵ meurt, il y a une énorme paroi. C'est ce qui donne l'écorce du bois (*c'est avec cela que l'on fait des cordages*). C'est une ϵ qui meurt à maturité. C'est quand elle est morte qu'elle acquiert sa fonction (*la mort fait partie de la vie*).

Le tissu vasculaire : c'est du tissu conducteur assurant le lien entre la partie racinaire et la partie caulinale. On retrouve le xylème (*conduisant l'eau et les minéraux*) et le phloème (*conduisant les nutriments : la sève brute*).

Le xylème comprend 2 types de ϕ conductrice de sève :

- Les trachéides : des ϕ minces et allongées. Ce sont les premiers que l'on trouve chez les diC, chez les angiospermes. L'espace inter ϕ va disparaître pour former un tube.
- Les éléments du vx : ils sont plus courts et plus gros.

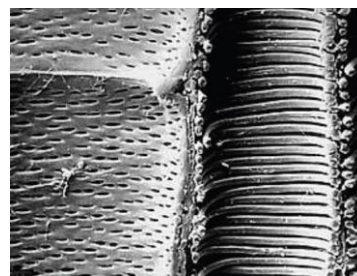
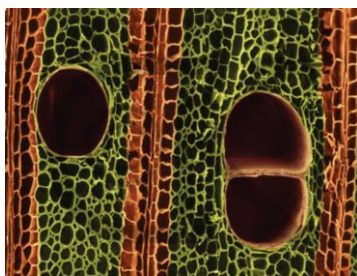


Les trachéides sont des ϕ mortes à maturité : superposition et fenestration permettant au liquide de circuler. Ce n'est pas un système sous pression, ce sont des flux lents... Au MET : ϕ ayant des extrémités un peu oblong avec des plateaux grillagés.

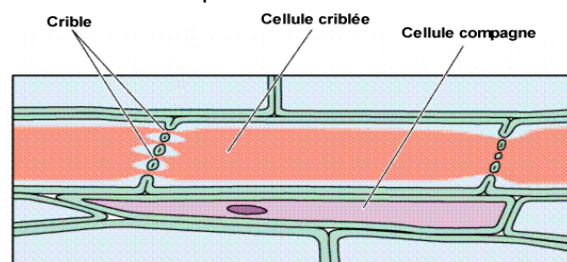
Les vaisseaux imparfaits, ou trachéides, présentent des membranes transversales. Ils sont caractéristiques des gymnospermes (*vaisseaux imparfaits à ponctuations aréolés*) et des ptéridophytes (*vaisseaux imparfaits à ponctuations scalariformes*).

Les éléments du vx permettent une meilleure circulation du liquide. L'évaporation au sommet et les forces de capillarité permettent le flux de liquide.

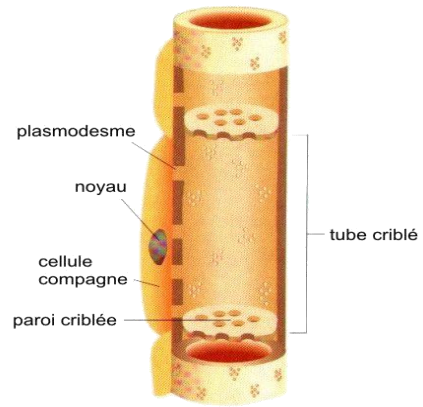
Les vaisseaux parfaits ne présentent pas de membranes transversales. Ils sont caractéristiques des angiospermes (*vaisseaux parfaits annelés, spiralés, rayés ...*). En MEB : élément du vx dont on voit les plateaux



Le phloème conduit la matière organique. Les ϕ sont vivantes. Elles vont perdre leur noyau : il n'y a que du cytosol qui représente la sève élaboré. Il y a des ϕ accessoires permettant à la ϕ de continuer à maintenir une activité métabolique. Cela permet de conduire vers les racines le contenu. Elles sont situées après, à l'extérieur du xylème.



Le phloème est toujours à l'extérieur, par rapport au xylème, chez les angiospermes qui vivent longtemps, il y a croissance en circonférence. La partie vivante d'un arbre : partie extérieure. L'intérieur est mort (*Cela explique aussi que certains animaux logent dans les arbres*). Si le phloème est complètement interrompu, cela entraîne la mort de l'arbre (*cela arrive si on arrache l'écorce ou si elle est mangée*).



Organisation des feuilles : coupe d'une feuille.

L'épiderme est fait de cellules pavimenteuses aplaties dont la seule fonction est de séparer l'intérieur et l'extérieur. On retrouve la cuticule cireuse limitant les pertes d'eau par évaporations. Pas de chloroplaste, de chromoplaste, ni d'amyloplaste. A la face ventrale de la feuille, on peut observer les stomates qui contrôlent la communication entre le monde intérieur et le monde extérieur : CO₂ et O₂. Il est formé par 2 cellules de garde.



Le parenchyme de la feuille est fait de cellules parenchymateuses de 2 types :

- Parenchyme palissadique : métaboliquement active, totipotente : très riche en chloroplaste
- Parenchyme lacunaire : beaucoup plus lâche, on va y trouver les structures vasculaires composées du phloème et du xylème.

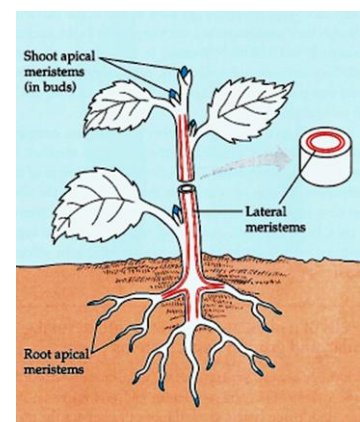
Ces tissus parenchymateux proviennent de la différenciation de tissu primaire embryonnaire provenant du méristème. On montre la partie dermique.

Au niveau de la racine on trouve des poils absorbants (*permettent d'absorber l'eau*). Au niveau du méristème où le tissu est extrêmement précieux, on observe une coiffe ayant un rôle protecteur (*Perforation du sol donc certains cellules épidermiques vont sécréter une substance gluante, protectrice*).

La croissance des végétaux :

La croissance de la plante est limitée. Ces sources d'aliments sont limitées, induisant une compétition (*croissance illimitée virtuelle*). Cependant les végétaux ont la capacité de croître de manière indéfinie si l'environnement le permet. Cela compense cette incapacité de motilité.

Les méristèmes sont constitués de cellules embryonnaires totipotentes (*Les cellules parenchymateuses sont totipotentes si il le faut*). Tissus aux caractéristiques embryonnaires,



Q : les méristèmes sont des cellules nécessairement diploïdes ?

R : ...

Le méristème garde le phénotype embryonnaire, la ζ totipotente ne garde pas le phénotype embryonnaire.

Q : la ζ parenchymateuse est une ζ du sporophyte angiosperme déterminé

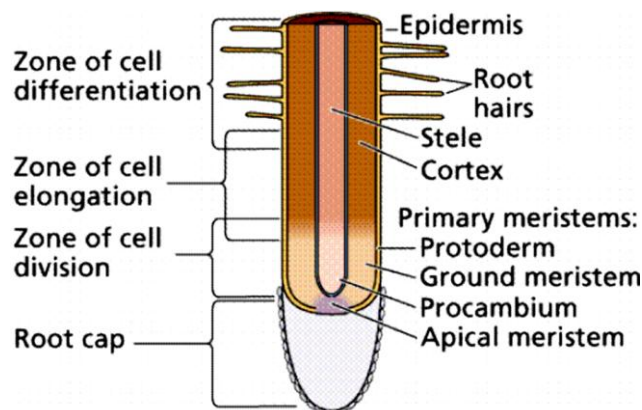
R : faux car elles sont totipotente donc elles ne peuvent pas être déterminé. Elles peuvent refaire n'importe quelle ζ du végétal

Les méristèmes sont fait de ζ non différenciées et non déterminées alors que les ζ parenchymateuses sont différenciées mais non déterminées

La croissance primaire : méristème primaire apical

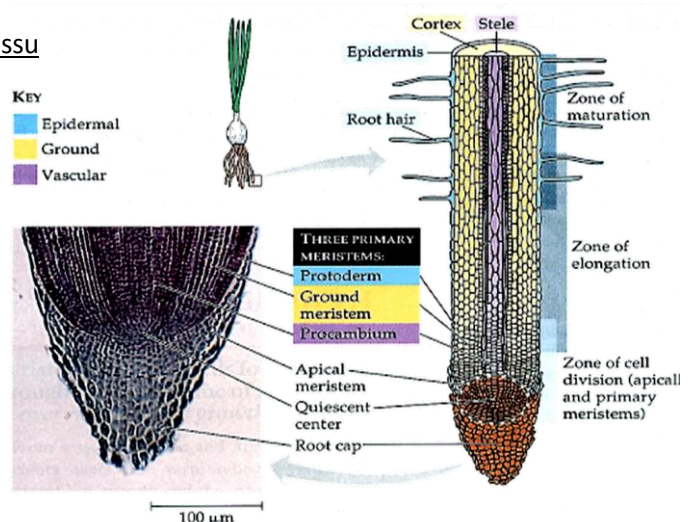
Tous les végétaux ont le méristème apical permettant la croissance primaire mais pas forcément le méristème latéral donnant la croissance secondaire. La croissance primaire est \neq pour les racines et pour les tiges. Les tiges ne rencontrent pas d'obstacle. Le méristème apical des racines est un tissu très important pour la vie de la plante. Il va être protégé par une coiffe faite par du tissu épidermique, très dur et qui va sécréter un produit très gluant permettant de glisser, de s'insinuer entre les duretés variable du sol.

On a le méristème de réserve : division asymétrique. On va avoir la zone de division, la zone d'élongation et la zone de différenciation.

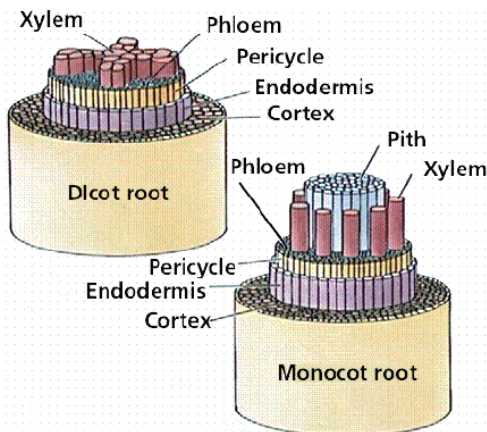


le protoderme va donner le derme. Le tissu interstitiel méristématique va donner le tissu fondamental (parenchyme, sclérenchyme et collenchyme) qui va donner les vaisseaux. *Ex. sur un oignon : coiffe : épithélium pluri stratifié : sécrétion de produit.*

On a le méristème qui est quiescent puis le méristème apical : différenciation en ζ prodermique, fondamental... En évoluant les ζ se différencient, elles acquièrent des caractéristiques de ζ adulte.

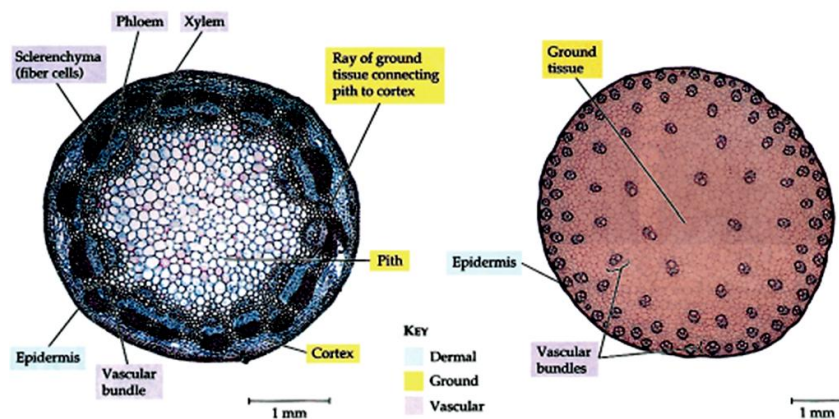


Organisation des vx ≠ en fonction des diC ou monoC :



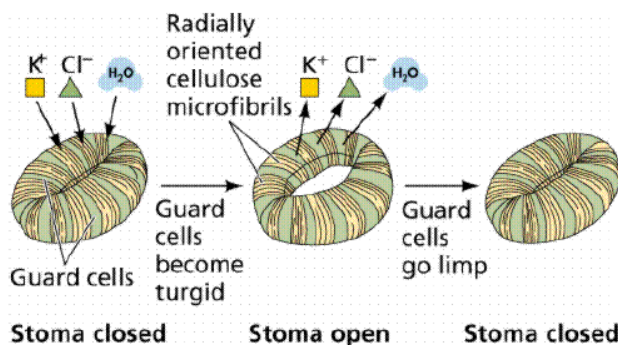
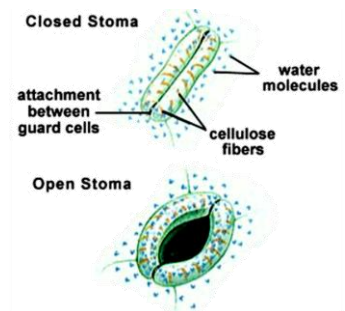
En ce qui concerne les diC : les vx du xylème sont au centre de la racine, entourés par le phloème puis le cortex va donner l'écorce et de l'endoderme (*tissus embryonnaire*).

Pour les monoC : tissu l'on appelle la moelle autour duquel s'organise les vx du xylème et ensuite le phloème.



Stomate :

Utilisation de pompe à ions qui vont \nearrow la turgescence ou non. Pour l'ouverture : il faut qu'il y ait turgescence : cela va s'arc bouter. Il faut remplir les vacuoles de K^+ de garde pour ouvrir. Il y a toujours une paroi plus résistante que l'autre : cela gonfle plus du côté où la paroi est moins solide, moins rigide. La fermeture est liée à la flaccidité. Ce sont des transports actifs de potassium qui occasionne un flux osmotique d'entrée d'eau.

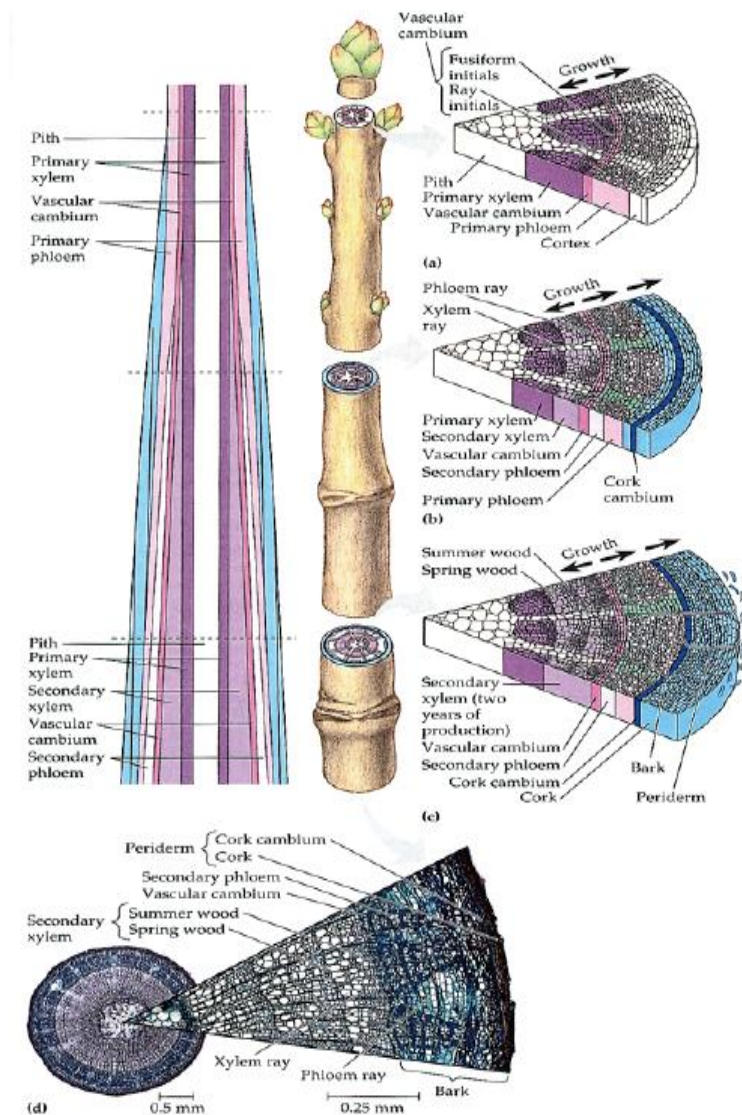


L'ouverture et la fermeture du stomate est un processus qui fait intervenir un transport actif et qui consomme donc de l'ATP

Croissance secondaire :

Certains végétaux présentent des méristèmes latéraux qui vont subir une différenciation avec un système qui évolue. A un moment donné les vx du bois vont mourir. Les vx du phloème vont être régénéré par le cambium subero-phéllodermique : il régénère les tissus vasculaires au cours des croissances 2ndR.

En fonction des saisons : activité de régénération des tissus qui vont reformer les tissus vasculaire. En grandissant, le tissu xylème reste et le tissu phloème, qui est le plus extérieur va s'éliminer. Au fur et à mesure on va voir les traces du xylème : ce sont les anneaux permettant d'avoir une évaluation des conditions climatique. Plus la quantité de bois est important et plus cela montre des conditions environnemental favorable.



Q : quand on examine le tronc d'un arbre, on peut trouver du xylème mort fonctionnel, du xylème mort pas fonctionnel, du phloème mort pas fonctionnel ou du phloème vivant fonctionnel

R : on peut trouver du xylème mort non fonctionnel au centre et fonctionnel en périph et éventuellement du phloème vivant fonctionnel